

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Erosi merupakan salah satu mekanisme kerusakan material yang terjadi akibat tumbukan partikel abrasif yang terbawa aliran fluida pada permukaan material. Proses ini dapat menimbulkan keausan, penipisan, hingga kegagalan komponen. Fenomena erosi banyak dijumpai pada berbagai industri seperti perminyakan, pembangkit listrik, kimia, pertambangan, dan sistem perpipaan bertekanan tinggi [1]. Salah satu contohnya adalah pada pipa boiler di PLTU, di mana aliran fluida bertekanan tinggi yang mengandung partikel abrasif dapat mempercepat degradasi material [2].

Untuk memahami perilaku erosi, diperlukan metode pengujian di laboratorium. Namun, peralatan uji erosi yang ada masih memiliki keterbatasan. Beberapa alat hanya mampu bekerja pada temperatur relatif rendah, sekitar 300 °C, serta memiliki kelemahan dalam aspek keamanan dan akurasi, seperti ketidakstabilan kedudukan spesimen dan keluarnya partikel abrasif yang berisiko bagi operator [3]. Kondisi ini menunjukkan perlunya pengembangan alat uji erosi yang lebih representatif terhadap kondisi operasi industri, namun tetap aman digunakan di laboratorium.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada rancang bangun mesin uji erosi skala laboratorium yang dilengkapi dengan sistem kendali untuk mengatur aliran partikel abrasif, tekanan udara, sudut tumbukan, serta temperatur pengujian hingga 600 °C. Mesin ini dirancang untuk dapat diuji hingga tekanan 3 MPa dengan kecepatan aliran gas sekitar 50 m/s, sehingga mendekati kondisi nyata di lapangan [4].

Penelitian ini hanya difokuskan sampai tahap uji fungsi, yaitu memastikan seluruh komponen mesin yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan perencanaan. Dengan

adanya mesin ini, diharapkan tersedia sarana laboratorium yang aman dan andal untuk penelitian lanjutan mengenai ketahanan erosi material pada berbagai kondisi pengujian [5].

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan utama yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana merancang dan membangun mesin uji erosi skala laboratorium yang dapat mensimulasikan proses erosi material secara aman dan representatif. Permasalahan ini dapat dijabarkan menjadi tiga pertanyaan utama:

1. Bagaimana merancang dan membangun mesin uji erosi skala laboratorium yang dapat digunakan untuk mensimulasikan proses erosi material?
2. Bagaimana menentukan spesifikasi utama mesin uji erosi, meliputi konstruksi, sistem aliran partikel, dan pemanas agar sesuai kebutuhan laboratorium?
3. Bagaimana melakukan uji fungsi untuk memastikan mesin uji erosi dapat beroperasi sesuai rancangan?

## 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat mesin uji erosi skala laboratorium untuk mendukung penelitian dan pendidikan rekayasa material, yaitu :

1. Merancang dan membangun mesin uji erosi skala laboratorium sebagai alat pengujian ketahanan material terhadap erosi.
2. Menetapkan spesifikasi teknis mesin uji erosi, mencakup desain konstruksi, mekanisme aliran partikel, dan sistem pemanas.
3. Melakukan uji fungsi untuk memastikan mesin uji erosi dapat digunakan sesuai dengan desain yang dibuat.

#### 1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada beberapa aspek, antara lain :

1. Dari sisi akademis, penelitian ini dapat menambah referensi dan pengetahuan di bidang rekayasa material serta perancangan peralatan uji erosi, sehingga dapat menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya
2. Dari sisi praktis, hasil penelitian berupa mesin uji erosi skala laboratorium dapat digunakan sebagai sarana penelitian dan pembelajaran bagi mahasiswa maupun peneliti untuk memahami fenomena erosi material
3. Sedangkan dari sisi industri, penelitian ini dapat menjadi acuan awal dalam pengembangan perangkat pengujian erosi yang lebih representatif, sehingga dapat mendukung pemilihan material yang tepat untuk lingkungan kerja erosif dan pada akhirnya berpotensi mengurangi biaya perawatan serta meningkatkan keandalan peralatan industri.

#### 1.5. Kebaruan Penelitian

Berdasarkan penelitian sebelumnya tentang desain dan metode pengujian erosi pada pipa dengan erosi multifase, dikembangkan pada tahun 2020 melalui paten CN110887757A berjudul "Perangkat Eksperimen Erosi Pipa Aliran Multifase Gas-cair-padat dan Metode Pengujiannya". Inovasi ini mengembangkan peralatan pengujian erosi pipa dengan media erosi multifase menggunakan bubuk silika sebagai bubuk erosi. Kecepatan aliran gas yang digunakan adalah 4,88 m/s dengan menggunakan tekanan dari aliran udara yang dihasilkan oleh kompresor. Berbeda dengan inovasi ini, tekanan dan kecepatan dapat mencapai 3 MPa dan kecepatan aliran 50 m/s sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengujian pada tekanan tinggi [1].

Pengembangan pengujian erosi pipa anti korosi dikembangkan melalui paten CN111307640A tahun 2020 yang berjudul “Erosion resistance test system and method for anti-corrosion pipeline” dimana pengujian dilakukan dengan media erosi serbuk pasir dengan persentase 5% dan 10%. Kecepatan aliran gas yang digunakan adalah 1-3 m/s. Peralatan pada nozzle berukuran 10 mm dengan sudut erosi 30°, 45°, 60°, dan 90° [2]. Namun pada invensi ini digunakan diameter nozzle dengan ukuran yang dapat diatur 1-10 mm dan sudut uji erosi 0-90°, sehingga kecepatan aliran gas dapat ditingkatkan dan tekanan dapat ditingkatkan. Hal ini menghasilkan optimasi pada pengujian erosi.

Kemudian pada tahun 2021 melalui paten CN112414878A yang berjudul “solid-liquid two-phase flow pipe erosion wear test device”. Pada paten ini mengembangkan alat uji keausan pipa dua fasa padat dan cair dengan media erosi serbuk silika. Tekanan udara yang digunakan untuk melakukan pengujian dengan alat tersebut mampu memberikan sudut 0°-90°. Kecepatan aliran gas yang dapat digunakan berkisar 5-45 m/s [3]. Pada penemuan ini tekanan gas yang digunakan adalah kompresor dengan tekanan udara hingga 3 MPa dan kecepatan aliran yang dihasilkan mencapai 50 m/s. Tekanan tinggi dihasilkan dari kompresor dan ukuran nozzle yang kecil, suhu pengujian juga dapat divariasikan untuk pengujian suhu tinggi hingga 600°C.

## 1.6. Batasan Masalah

Agar penelitian ini terarah dan fokus, maka ditetapkan beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Penelitian difokuskan sampai pada tahap rancang bangun dan uji fungsi, sehingga tidak membahas secara mendalam mengenai uji kinerja material atau perbandingan ketahanan erosi antar material.

2. Mesin uji erosi dirancang untuk kapasitas pengujian sampai 600°C.
3. Media abrasif yang digunakan dalam uji fungsi bersifat terbatas, yaitu hanya untuk memastikan alat dapat beroperasi sesuai desain, bukan untuk analisis kuantitatif ketahanan material.
4. Parameter pengujian yang diperhatikan hanya sebatas pada aspek fungsional alat, seperti tekanan, temperatur, laju aliran partikel, dan sudut tumbukan, tanpa mengevaluasi lebih jauh mekanisme kerusakan material secara mikroskopis.

### 1.7. Sistematika Penelitian

Agar pembahasan penelitian ini lebih terstruktur, penulisan disusun ke dalam beberapa bab dengan sistematika sebagai berikut:

#### BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, kebaruan penelitian, Batasan masalah dan sistematika penulisan.

#### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori yang relevan dengan penelitian, meliputi konsep dasar erosi material, mekanisme erosi, faktor-faktor yang memengaruhi erosi, standar pengujian erosi (ASTM dan literatur terkait), serta penelitian terdahulu yang menjadi dasar dalam pengembangan mesin uji erosi.

#### BAB III METODOLOGI PENULISAN

Bab ini menjelaskan bahan, alat, tahapan penelitian yang meliputi

perancangan mesin uji erosi, penentuan spesifikasi teknis, proses pembuatan, serta metode uji fungsi . Selain itu, dijelaskan pula prosedur yang digunakan dalam penelitian.

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil rancang bangun mesin uji erosi, spesifikasi akhir alat yang telah dibuat, serta hasil uji fungsi yang dilakukan. Selanjutnya dibahas perbandingan dengan mesin sebelumnya

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut, khususnya untuk peningkatan kinerja mesin uji erosi dan pemanfaatannya dalam pengujian material pada kondisi yang lebih kompleks.

